

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна
Должность: Ректор
Дата подписания: 21.08.2024 13:58:14
Уникальный программный идентификатор:
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfa10e205

Шифр ОПОП: 2011.26.05.06.01

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»

Год начала подготовки (по учебному плану): 2020
(год набора)

Шифр дисциплины: Б1.О.27
(шифр дисциплины из учебного плана)

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Судовые двигатели внутреннего сгорания

(полное наименование дисциплины (модуля), в строгом соответствии с учебным планом)

Новосибирск

Составитель:

профессор
(должность)

Судовых энергетических установок
(наименование кафедры)

С.А. Калашников
(И.О.Фамилия)

Одобрена:

Ученым советом _____ Института «Морская академия»
(наименование факультета, реализующего образовательную программу)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.
число месяц год

Председатель совета _____ К.С. Мочалин
(И.О.Фамилия)

На заседании кафедры _____ Судовых энергетических установок

(наименование кафедры)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.
число месяц год

Заведующий кафедрой _____ Г.С. Юр
(И.О.Фамилия)

Согласована:

Руководитель _____ группы по разработке ОПОП по специальности
(наименование коллектива разработчиков по направлению подготовки / специальности)

26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Д.Т.Н. , профессор
(ученая степень) (ученое звание)

Б.О. Лебедев
(И.О.Фамилия)

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Цели дисциплины

Целью дисциплины «Судовые двигатели внутреннего сгорания» является подготовка специалиста, владеющего основными положениями теории ДВС, умеющего использовать эти знания для решения практических задач, осваивать новые типы двигателей, оценивать их технико-экономические характеристики и обеспечить их оптимальную эксплуатацию.

К основным задачам дисциплины относятся:

- изучение теории рабочего процесса, газообмена и топливоподачи;
- изучение методов, позволяющих оценивать и оптимизировать работу систем топливоподачи и воздухообеспечения;
- получение знаний о современных средствах исследования и диагностирования процессов в судовых дизелях.

1.2 Перечень формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины «Судовые двигатели внутреннего сгорания» у обучающегося должны сформироваться следующие компетенции, выраженные как часть результата освоения образовательной программы (далее – ОП):

1.2.1 Универсальные компетенции (УК):

Компетенция		Этапы формирования компетенции				Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание	I	II	III	IV	
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла			х	х	Знать: Приборы и методы измерений при испытаниях судовых дизелей Уметь: Проводить обработку и анализ результатов измерений Владеть: Методикой оформления отчета об испытаниях

1.2.2 Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Компетенция		Этапы формирования компетенции				Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание	I	II	III	IV	
ОПК-2	Способен применять естественнонаучные и общетехнические			х		Знать: Фундаментальные законы и понятия термодинамики, процессы

Компетенция		Этапы формирования компетенции				Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание	I	II	III	IV	
	знания, аналитические методы в профессиональной деятельности					теплообмен и движение жидкости и газа; химические элементы и их соединения Уметь: Использовать математические методы в технических приложениях и современные информационные системы Владеть: Методами математического анализа
ОПК-3	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные		x	x		Знать: Приборы и методы измерений при испытаниях судовых дизелей Уметь: Проводить обработку и анализ результатов измерений Владеть: Методикой оформления отчета об испытаниях

1.2.3 Профессиональные компетенции (ПК):

Компетенция		Этапы формирования компетенции				Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание	I	II	III	IV	
ПК-5	Способен выполнять безопасные и аварийные процедуры эксплуатации механизмов двигательной установки, включая системы управления	x	x			Знать: Основы диагностики судовых дизелей и их элементов. Принципы ослабления и ограничения крутильных колебаний и динамических нагрузок в системе судового валопровода и кривошипно-шатунного механизма; Уметь: Анализировать конструкцию судовых дизелей с помощью чертежей/инструкций, Производить регулирование судовых дизелей с помощью традиционных, автоматизированных или компьютерных систем; Владеть: Знанием конструкции судовых (в т.ч. морских) дизелей и умением объяснять их конструкцию с помощью чертежей/инструкций;
ПК-6	Способен			x		Знать:

Компетенция		Этапы формирования компетенции				Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание	I	II	III	IV	
	осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 1. Главный двигатель и связанные с ним вспомогательные механизмы; 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции					Нормальные значения параметров судового дизеля и обслуживающих его систем. Характеристики, по которым работает судовой дизель Рабочие значения параметров в системах, обслуживающих судовой дизель. Правила подготовки, эксплуатации судовых дизелей Уметь: Устранять причины, приводящие к изменению нормальных значений параметров дизеля и систем, которые его обслуживают Объяснить связи между процессами, приводящими к изменению значений рабочих параметров в системах, обслуживающих судовой дизель Владеть: Общепринятой терминологией в области эксплуатации судовых дизелей. Методами обнаружения причин неисправностей главного двигателя и связанных с ним вспомогательных механизмов
ПК-45	Способен сформировать цели проекта (программы), разработать обобщенные варианты ее решения, выполнить анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений	х	х	х		Знать: Принцип действия, основы конструкции судовых дизелей и их элементов, механизмы движения и приводы, системы пуска и реверсирования, обслуживающие системы судовых дизелей, эксплуатационные характеристики и режимы работы, их оптимизация, выбор ограничительных параметров и характеристик. Методикой расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре дизеля, системах газообмена и топливоподачи

Компетенция		Этапы формирования компетенции				Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание	I	II	III	IV	
						Уметь: Объяснять конструкцию судовых дизелей с помощью чертежей/инструкций, Владеть: Знанием конструкции судовых (в т.ч. морских) дизелей и умением объяснять их конструкцию с помощью чертежей/инструкций; Навыками регулирования параметров и дизеля в целом, методами, обеспечивающими готовность, надежный пуск и контроль режимов работы главного двигателя и других судовых технических средств и обслуживающих систем;
ПК-46	Способен разработать проекты объектов профессиональной деятельности с учетом физикотехнических, механикотехнологических, эстетических, экологических, эргономических и экономических требований, в том числе с использованием информационных технологий			x		Знать: Основные конструктивные решения, обеспечивающие безопасный уровень механической и тепловой напряженности судовых дизелей Уметь: Анализировать типовые конструкции современных судовых дизелей и на этой основе разрабатывать собственные решения при курсовом проектировании Владеть: Методами расчета рабочих процессов в том числе с использованием численного моделирования на ЭВМ;

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) реализуется в рамках _____ базовой _____ части
(базовой, вариативной или факультативной)
 основной профессиональной образовательной программы.

3 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах (з.е.) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Для _____ очной _____ формы обучения:
(очной или заочной)

[illegible]

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Разделы и темы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах):

№	Разделы и темы дисциплины (модуля)	Виды учебных занятий, включая СР							
		Лек		Лаб		Пр		СР	
		О	З	О	З	О	З	О	З
3 курс,6 семестр (для очной формы обучения)									
1	Тема 1 Остов двигателя	2				4		6	
	из них, в интерактивной форме								
2	Тема 2 Кривошипно-шатунный механизм	2				4		4	
	из них, в интерактивной форме								
3	Тема 3 Механизм газораспределения	2				6		4	
	из них, в интерактивной форме								
4	Тема 4 Топливная система	2		4		2		4	
	из них, в интерактивной форме								
5	Тема 5 Система смазки	2		4				4	
	из них, в интерактивной форме								
6	Тема 6 Система охлаждения	2		4				4	
	из них, в интерактивной форме								
7	Тема 7 Наддув двигателей	2		2				6	
	из них, в интерактивной форме								
8	Тема 8 Системы пуска, остановки и реверса	2		2				4	
	из них, в								

	интерактивной форме								
9	Тема 9 Контроль работы и регулировка двигателей	2		4		4		4	
	из них, в интерактивной форме								
10	Тема 10 Основные неисправности и аварии судовых ДВС	2						4	
	из них, в интерактивной форме								
ИТОГО		20		20		20		44	
<i>4 курс, 7 семестр (для очной формы обучения)</i>									
11	Тема 11 Методы расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре судового дизеля, системах газообмена и топливоподачи	16				16		14	
	из них, в интерактивной форме								
12	Тема 12 Эксплуатационные характеристики и режимы работы судовых дизелей, их оптимизация. Выбор ограничительных параметров и характеристик	8		20				16	
	из них, в интерактивной форме								
13	Тема 13 Диагностика и испытания судовых дизелей. Регулирование параметров и дизеля в целом	8				4		14	
	из них, в интерактивной форме								
14	Тема 14 Динамика судовых дизелей	8						16	

	из них, в интерактивной форме								
	ИТОГО	40		20		20		60	

4.2 Содержание разделов и тем дисциплины

6 семестр (3 курс)

Тема 1 Остов двигателя [1, 2]

Назначение и составные части остова двигателя. Требования, предъявляемые к остову. Конструкционные формы остова, их особенности. Способы соединения деталей остова в единую конструкцию.

Фундаментная рама. Назначение, конструкция, материал изготовления литых и сварных фундаментных рам.

Рамовые подшипники. Назначение, размещение, конструкция, материал изготовления рамовых подшипников. Способы подвода смазки к рамовым подшипникам.

Станина. Назначение и особенности конструкции станин двигателей большой и средней мощности. Особенности конструкции и установки блок-картера.

Рабочие цилиндры. Назначение рубашки и втулки цилиндра, материал изготовления. Особенности конструкции втулок четырехтактных и двухтактных двигателей.

Крышки цилиндров. Назначение и условия работы, особенности конструкции крышек цилиндров. Охлаждение крышек цилиндров. Крепление крышек цилиндров к блоку.

Тема 2 Кривошипно-шатунный механизм [1, 2]

Конструкция деталей кривошипно-шатунного механизма тронкового двигателя.

Поршень. Конструкция поршня; материал изготовления. Поршневой палец, его конструкция, способы установки и фиксации в поршне; стопорное устройство.

Уплотнительные (компрессионные) поршневые кольца: назначение, конструкция, формы сечений колец и замков, установка на поршне, условия работы.

Маслосъемные кольца: назначение, конструкция, схема работы.

Шатуны. Назначение, составные части, материал изготовления, конструкция шатунов тронкового двигателя. Назначение, условия работы, материал изготовления и конструкция шатунных болтов, их затяжка.

Коленчатый вал. Назначение, условия работы, материал изготовления и конструкция цельного и составного коленчатых валов, система смазки.

Порядок работы цилиндров. Маховик, его назначение, устройство и крепление на валу.

Особенности конструкции деталей кривошипно-шатунного механизма крейцкопфного двигателя (поршень, шатун, коленчатый вал). Назначение и устройство поршневого штока. Назначение крейцкопфа.

Тема 3 Механизм газораспределения [1, 2]

Назначение, составные части и действие механизма газораспределения четырехтактного двигателя. Регулировка тепловых зазоров. Типы приводов газораспределительных механизмов, применяемых в судовых дизелях.

Детали и узлы механизмов газораспределения: назначение, конструкция, способы регулирования, использование в системах.

Особенности процессов наполнения и выпуска двухтактных двигателей. Типы систем продувки, их классификация. Схемы основных типов продувки, их характеристика.

Тема 4 Топливная система [1, 2]

Назначение топливной системы, ее принципиальная схема. Основные элементы топливной системы.

Топливные насосы высокого давления: назначение, составные элементы, принцип действия. Способы изменения количества топлива, подаваемого насосом. Схема действия топливного насоса золотникового типа. Основные элементы насоса и их устройство. Схема топливного насоса клапанного типа, принцип действия, регулировка.

Назначение и принцип действия форсунки дизеля. Типы распылителей, их принципиальное устройство. Устройство и действие форсунок струйного распыливания, штифтовых, гидрозатворных; их преимущества и недостатки, применение. Насос-форсунки.

Тема 5 Система смазки [1, 2]

Назначение и типы систем смазки судовых двигателей. Схемы циркуляционной системы смазки, ее состав, действие, рабочие параметры. Способы подачи смазки к трущимся деталям двигателя. Достоинства и недостатки систем с мокрым и сухим картером. Особенности лубрикаторной системы смазки.

Масляные фильтры грубой и тонкой очистки, масляные центрифуги, сепараторы; их назначение, конструкция, использование в системах смазки

Тема 6 Система охлаждения [1, 2]

Назначение и классификация систем охлаждения. Понятие о проточной системе охлаждения, ее недостатках и преимуществах, применение на судах.

Замкнутая система охлаждения, ее составные части, основные составные элементы, принципиальная схема, работа системы. Рабочие параметры системы.

Тема 7 Наддув двигателей [1, 2]

Сущность и виды наддува. Способы осуществления наддува, их принципиальные схемы. Особенности наддува двухтактных и четырехтактных двигателей.

Турбокомпрессоры, продувочные и наддувочные агрегаты с механическим приводом; их назначение, особенности конструкции, применение в системах. Охлаждение наддувочного воздуха, воздухоохладители.

Тема 8 Системы пуска, остановки и реверса [1, 2]

Условия пуска двигателя. Способы пуска дизелей, их применение в судовых силовых установках.

Электростартерный пуск, его электрическая схема.

Сущность воздушного пуска двигателя. Основные элементы пусковой системы сжатого воздуха; их назначение, принципиальное устройство. Схема пускового устройства с пневматическим управлением пусковыми клапанами. Схема пускового устройства с автоматическими пусковыми клапанами, ее составные элементы, работа схемы.

Назначение и конструкция отдельных устройств пусковой воздушной системы. Виды пусковых клапанов; их устройство и действие. Воздухораспределители золотниковые и дисковые; их принципиальное устройство и действие.

Понятия о реверсе двигателя, способах реверсирования. Принципиальные схемы реверсивных устройств двухтактных и четырехтактных двигателей.

Тема 9 Контроль работы и регулировка двигателей [1, 2]

Значение контроля за работой двигателя и его методы. Основные контролируемые параметры работы двигателя. Способы определения и регулирования основных контролируемых параметров.

Приборы периодического контроля за работой двигателя, их назначение, классификация. Общие требования к приборам контроля и регулирования.

Устройство индикатора, использование для снятия индикаторных диаграмм. Приборы периодического контроля за давлением газов в цилиндрах двигателя (пиметр, максиметр); их устройство и использование.

Меры безопасности при контроле и регулировке двигателя.

Тема 10 Основные неисправности и аварии судовых ДВС [1, 2]

Характерные неисправности двигателей, их признаки, причины, способы обнаружения и устранения. Неисправности при пуске и маневрах, во время работы, ненормальная температура и цвет выпускных газов, ненормальные стук и шум, повышенный износ, нагрев отдельных узлов и деталей. Неисправности систем, обслуживающих двигатель.

7 семестр (4 курс)

Тема 11 Методы расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре судового дизеля, системах газообмена и топливоподачи [1, 2]

Методы термодинамического расчета двигателей. Расчёт свойств рабочего тела. Количество воздуха, необходимое для сгорания топлива. Воздушно-топливное отношение и коэффициент избытка воздуха при сгорании. «Чистые» продукты сгорания. Расчёт состава рабочего тела на такте сжатия. Расчёт состава рабочего тела на такте расширения. Расчёт теплоемкости рабочего тела.

Коэффициент остаточных газов. Количество продуктов сгорания. Состав рабочего тела на тактах сжатия и расширения. Теплоемкость, внутренняя энергия и энтальпия рабочего тела.

Температура и давление рабочего тела в момент закрытия впускного клапана. Коэффициент наполнения.

Среднее индикаторное давление и его определение по развернутой индикаторной диаграмме. Индикаторная мощность, первое уравнение мощности. Удельный индикаторный расход топлива. Индикаторный КПД и формулы для его расчета и анализа.

Механические потери и механический КПД. Их зависимость от различных факторов и методы определения. Эффективная мощность, среднее эффективное давление. Удельный эффективный расход топлива и эффективный КПД.

Второе уравнение мощности и его анализ. Схемы и системы наддува. Охлаждение наддувочного воздуха. Тепловой баланс дизеля. Расчет статей теплового баланса дизеля.

Расчёт теплообмена в цилиндре дизеля. Уравнение теплоотдачи. Лучистый и конвективный теплообмен между газом и стенками цилиндра. Их роль на различных участках процесса. Расчёт коэффициента теплоотдачи. Анализ формулы Г. Вошни, ее сопоставление с формулой Г. Хохенберга.

Расчёт процесса сжатия в дизеле. Постановка задачи. Дифференциальное уравнение 1-го закона термодинамики применительно к процессу сжатия в цилиндре. Схема численного решения дифференциального уравнения. Анализ теплообмена в процессе сжатия.

Впрыскивание топлива. Характеристика впрыскивания. Методика расчета процесса топливоподачи в дизеле. Принципиальный подход.

Распыливание топлива. Механизмы распыливания. Распределение Розин-Раммлера. Показатели качества распыливания, их зависимость от различных факторов. Упрощенная оценка качества распыливания. Вывод общего вида формул для расчета средних диаметров капель и длины струи (методом теории подобия). Формулы для среднего диаметра капель.

Структура топливной струи и динамика ее развития.

Закономерности испарения единичной капли. Особенности испарения топливной струи.

Организация объемного, объемно-пленочного и пленочного смесеобразования.

Период задержки воспламенения в дизеле. Зависимость периода задержки воспламенения от различных факторов и его расчет. Метод учёта переменной температуры и давления за время задержки воспламенения.

Кинетическое и диффузионное сгорание. Зависимость параметров процесса сгорания от различных факторов. Способы улучшения сгорания в дизелях. Относительная скорость сгорания топлива. Расчёт индикаторной диаграммы на участке сгорания и расширения. Эмпирические формулы для расчета относительной скорости сгорания.

Расчёт газообмена в дизеле. Общее дифференциальное уравнение для процессов газообмена. Расчёт выпуска. Расчёт продувки. Расчёт впуска.

Тема 12 Эксплуатационные характеристики и режимы работы судовых дизелей, их оптимизация. Выбор ограничительных параметров и характеристик [1, 2]

Классификация характеристик судовых дизелей. Нагрузочные, экономические и регуляторные характеристики. Внешние, частичные и ограничительные характеристики. Винтовые, универсальные и регуляторные характеристики.

Пуск дизеля. Методы, обеспечивающие готовность, надежный пуск и контроль режимов работы главного двигателя.

Работа дизеля при разгоне и свободном торможении судна. Активное торможение судна с главным двигателем реверсивным и с реверс-редуктором. Наброс нагрузки на дизель-генератор.

Тема 13 Диагностика и испытания судовых дизелей. Регулирование параметров и дизеля в целом [1, 2]

Регулировка судовых двигателей внутреннего сгорания по статическим параметрам. Оценка погрешности индицирования в зависимости от точности определения ВМТ на индикаторной диаграмме. Порядок процедуры определения ВМТ.

Статические характеристики топливной аппаратуры. Порядок снятия регулировочных характеристик ТНВД. Их использование для регулировки параметров рабочего процесса в цилиндрах двигателя.

Диагностические характеристики топливной аппаратуры. Порядок получения диагностических характеристик. Их использование для целей регулировки мощности по цилиндрам и для предельно допустимого ухудшения технического состояния топливной аппаратуры по условиям безопасности мореплавания.

Использование индикаторной диаграммы для диагностирования дизеля. Использования диаграммы давления впрыскивания для диагностирования дизеля.

Система диагностирования дизеля НК-100, специализированный комплекс контроля и дефектации теплотехнических параметров дизеля «Дизель адмирал».

Тема 14 Динамика судовых дизелей [1, 2]

Определение сил, действующих в кривошипно-шатунном механизме дизеля.
Расчет сил и моментов, действующих на коленчатый вал.

Крутильные колебания в ДВС. Принципы ослабления и ограничения крутильных колебаний и динамических нагрузок в системе судового валопровода и кривошипно-шатунного механизма.

4.3 Содержание лабораторных работ

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование лабораторных работ
<i>6 семестр (3 курс)</i>	
Тема 4 Топливная система	Конструкция элементов топливной системы. (4 часа) [6]
Тема 5 Система смазочная	Конструкция элементов смазочной системы. (4 часа) [6]
Тема 6 Система охлаждения	Конструкция элементов системы охлаждения. (4 часа) [6]
Тема 7 Наддув двигателей	Изучение конструкции агрегатов наддува (2 часа) [6]
Тема 8 Системы пуска, остановки и реверса	Конструкция элементов системы пуска и реверса. (2 часа) [6]
Тема 9 Контроль работы и регулировка двигателей	Изучение приборов применяемых для теплотехнического контроля (4 часа) [6]
<i>7 семестр (4 курс)</i>	
Тема 12 Эксплуатационные характеристики и режимы работы судовых дизелей, их оптимизация. Выбор ограничительных параметров и характеристик	Испытания дизеля 2Ч8,5/11 по нагрузочной характеристике [2] - 4 ч
Тема 12 Эксплуатационные характеристики и режимы работы судовых дизелей, их оптимизация. Выбор ограничительных параметров и характеристик	Испытания дизеля 6ЧН18/22 по винтовой характеристике [2] - 4 ч
Тема 12 Эксплуатационные характеристики и режимы работы судовых дизелей, их оптимизация. Выбор ограничительных параметров и характеристик	Исследование параметров дизеля 6ЧН18/22 на режимах прогрева и работе по винтовой характеристике [10] - 4 ч
Тема 12 Эксплуатационные характеристики и режимы работы судовых дизелей, их оптимизация. Выбор ограничительных параметров и характеристик	Снятие теплового баланса дизеля 2Ч8,5/11 [2] - 4 ч

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование лабораторных работ
Тема 12 Эксплуатационные характеристики и режимы работы судовых дизелей, их оптимизация. Выбор ограничительных параметров и характеристик	Снятие характеристик ТНВД, проверка его установки на дизель Регулировка форсунок [2] - 4 ч

4.4 Содержание практических занятий

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование практических работ
<i>6 семестр (3 курс)</i>	
Тема 1 Остов двигателя	Общее устройство судового дизеля [1, 8, 9] – 2 ч
	Остов 4-тактного дизеля [1, 8, 9] – 1 ч
	Остов 2-тактного дизеля [1, 8, 9] – 1 ч
Тема 2 Кривошипно-шатунный механизм	Механизм движения 4-тактного дизеля [1, 8, 9] – 2 ч
	Механизм движения 2-тактного дизеля [1, 8, 9] – 2 ч
Тема 3 Механизм газораспределения	Механизм газораспределения дизеля 3Д6 [1, 8, 9] – 1 ч
	Механизм газораспределения дизеля 6NVD48 [1, 8, 9] – 1 ч
	Проверка и регулировка фаз газораспределения [1, 8, 9] – 2 ч
	Механизм газораспределения 2-тактного судового дизеля [11, 8, 9] – 2 ч
Тема 4 Топливная система	Проверка и регулировка форсунки [1, 8, 9] – 2 ч
Тема 9 Контроль работы и регулировка двигателей	Практический пуск дизелей в машинном зале [1, 8, 9] – 4 ч
<i>7 семестр (4 курс)</i>	
Тема 11 Методы расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре судового дизеля, системах газообмена и топливоподачи	Исследование процесса топливоподачи [8] - 4 ч
Тема 11 Методы расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре судового дизеля, системах газообмена и топливоподачи	Исследование процесса сжатия [8] - 4 ч
Тема 11 Методы расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре судового дизеля, системах газообмена и топливоподачи	Исследование процесса самовоспламенения в дизеле [8] - 4 ч

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование практических работ
Тема 11 Методы расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре судового дизеля, системах газообмена и топливopодачи	Расчет среднего индикаторного давления по индикаторной диаграмме [8] - 4 ч
Тема 13 Диагностика и испытания судовых дизелей. Регулирование параметров и дизеля в целом	Регулирование дизеля 8ЧНСП18/22 [12] - 4 ч

4.5 Курсовой проект

С целью закрепления теоретического материала и более глубокого изучения устройства судового дизеля студенты выполняют курсовой проект на тему «Проектирование судового дизеля».

Задания выдаются по серийным судовым дизелям (отечественным и зарубежным ведущих дизелестроительных фирм мира). В задании на работу предусматривается тепловой расчёт дизеля, а также описание конструкции дизеля. Тепловой расчёт проводится на компьютере по имеющейся на кафедре программе Diagramma. Чертёж двигателя.

4.5.1 Соответствие темы (тем) дисциплины работам, выполняемым в рамках курсового проектирования

№ раздела (темы) дисциплины	Работы, выполняемые по курсовому проектированию
<i>7 семестр (4 курс)</i>	
Тема 11 Методы расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре судового дизеля, системах газообмена и топливopодачи	Расчет индикаторной диаграммы

4.5.2 Структура курсового проекта

Содержание курсового проекта, её структура и часы самостоятельной работы представлены в нижеприведенной таблице.

Наименование раздела курсового проекта	Объем		Часы *	Литература
	Графическая часть	Текстовая часть		
Тепловой расчёт дизеля	—	15 с. А4	5	[3]
Описание конструкции	—	10 с. А4	5	[1]

дизеля				
Выполнение чертежа, оформление курсового проекта, защита	Лист формата A1	-	10	
Всего	1 лист A1	25 с. A4	20	

Примечание:

* – затраты времени приведены с учётом изучения рекомендованной литературы

4.6 Самостоятельная работа. Контроль самостоятельной работы

В качестве самостоятельной работы по данной дисциплине предполагается регулярная проработка лекционного материала и самостоятельное проведение расчетов с обязательным привлечением рекомендованной литературы с целью расширения кругозора, выяснения деталей и нюансов изучаемых вопросов, так как ни одно аудиторное занятие не может заменить как обширную учебную литературу, так и необходимые справочные источники.

Форма контроля самостоятельной работы: анализ результатов расчетов. Самостоятельная работа студента контролируется при проведении индивидуальных и групповых консультаций.

5 Фонд оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля)

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
УК-2	III-Интеграция способностей	Тема 1 Остов двигателя	Курсовой проект
	IV - Владение компетенцией	Тема 2 Кривошипно-шатунный механизм	
ОПК-2	III-Интеграция способностей	Тема 3 Механизм газораспределения	Экзамен
ОПК-3	II- Формирование способностей	Тема 4 Топливная система	Зачет Экзамен
	III-Интеграция способностей	Тема 5 Система смазки	
ПК-5	I-Формирование знаний	Тема 6 Система охлаждения	Зачет Экзамен Курсовой проект
	II- Формирование способностей	Тема 7 Наддув двигателей	
ПК-6	III-Интеграция способностей	Тема 8 Системы пуска, остановки и реверса	Экзамен
ПК-45	I-Формирование		Экзамен

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
ПК-46	знаний	Тема 9 Контроль работы и регулировка двигателей Тема 10 Основные неисправности и аварии судовых ДВС Тема 11 Методы расчета и анализа рабочих процессов в цилиндре судового дизеля, системах газообмена и топливоподачи Тема 12 Эксплуатационные характеристики и режимы работы судовых дизелей, их оптимизация. Выбор ограничительных параметров и характеристик Тема 13 Диагностика и испытания судовых дизелей. Регулирование параметров и дизеля в целом Тема 14 Динамика судовых дизелей	Экзамен
	II- Формирование способностей		
	III-Интеграция способностей		
	III-Интеграция способностей		

5.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
УК-2	III-Интеграция способностей	Курсовой проект	Итоговая оценка	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
	IV - Владение компетенцией				

				формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен»	
ОПК-2	III-Интеграция способностей	Экзамен	Итоговая оценка	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен»	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
ОПК-3	II-Формирование способностей	Зачет Экзамен	Итоговый балл	Отметка «зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Отметка «не зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» Итоговый балл 3	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
	III-Интеграция способностей				

				(удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен»	
ПК-5	I- Формирование знаний	Зачет Экзамен Курсовой проект	Итоговый балл	Отметка «зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Отметка «не зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
	II- Формирование способностей				

				критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен»	
ПК-6	III-Интеграция способностей	Экзамен	Итоговая оценка	Итоговый балл 3 (удовлетворите льно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетвори тельно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен»	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлет ворительно), 3 (удовлетвори тельно), 4(хорошо), 5 (отлично).
ПК-45	I- Формирование знаний	Экзамен	Итоговая оценка	Итоговый балл 3 (удовлетворите льно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетвори тельно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен»	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлет ворительно), 3 (удовлетвори тельно), 4(хорошо), 5 (отлично).
	II- Формирование способностей				
	III-Интеграция способностей				
ПК-46	III-Интеграция способностей	Экзамен	Итоговая оценка	Итоговый балл 3 (удовлетворите льно),	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлет ворительно), 3

				4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетвори тельно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен»	(удовлетвори тельно), 4(хорошо), 5 (отлично).
--	--	--	--	--	--

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и (или) навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.3.1 ЭТАП I - Формирование знаний

1. Нарисовать (в разрезе, в крупном масштабе) многоструйный распылитель.
2. Какой параметр топливоподачи изменяется при повороте плунжера ТНВД?
3. Как в блочном ТНВД изменить начало подачи одной секции?
4. Нарисовать развернутую индикаторную диаграмму 4-тактного дизеля. Отметить моменты открытия и закрытия клапанов и начала впрыскивания топлива.
5. Нарисовать свернутую индикаторную диаграмму 2-тактного дизеля. Отметить момент начала впрыскивания топлива, а также моменты открытия и закрытия продувочных окон и выпускного клапана.
6. Нарисовать камеры сгорания дизелей: с вихревой камерой, с предкамерой, с камерами Гессельмана и ЦНИДИ. Указать направления струй топлива.
7. Дать определение нагрузочной характеристики. Нарисовать графики зависимости часового и удельного расхода топлива от мощности при работе дизеля по нагрузочной характеристике.
8. Дать определение винтовой характеристики. Нарисовать графики зависимости часового и удельного расхода топлива от частоты вращения при работе дизеля по винтовой характеристике.
9. Дать определения номинальной и эффективной степени сжатия в дизеле. Какими условиями ограничиваются минимальное и максимальное значения степени сжатия?
10. Дать определение коэффициента избытка воздуха, написать формулу. Назвать характерные значения коэффициента избытка воздуха для дизелей с пленочным смесеобразованием и с объемным смесеобразованием. Объяснить, – почему такие значения.
11. Диаграммы насосных ходов в 4-тактном дизеле. Расчет газообмена в дизеле. Общее дифференциальное уравнение для процессов газообмена.
12. Схемы и системы наддува и их анализ. Преобразователи импульсов.
13. Внешние характеристики дизеля. Анализ изменения параметров рабочего процесса.

5.3.2 ЭТАП II - Формирование способностей

1. Дать определение коэффициента наполнения.
2. Написать 1-е уравнение индикаторной мощности, назвать входящие в него величины и указать их размерности.

3. Кратко объяснить, почему при наддуве дизеля увеличивается его мощность. Ответ подтвердить формулой.
4. Нарисовать зависимости от угла опережения впрыскивания топлива:
5. максимального давления сгорания,
6. температуры отработавших газов,
7. Как отрегулировать индикаторные цилиндровые мощности? Назовите допустимую разность индикаторных цилиндровых мощностей при регулировке судового дизеля.
8. Стехиометрическое количество воздуха. Воздушно-топливное отношение и коэффициент избытка воздуха (вывод формул).
9. Чистые продукты сгорания: количество, состав. Коэффициент остаточных газов и количество продуктов сгорания (вывод формул).
10. Схемы продувок 2-тактных дизелей. Температура в цилиндре дизеля в начале сжатия (вывод формулы). Коэффициент наполнения. Влияние различных факторов на коэффициент наполнения.
11. Среднее индикаторное давление и его расчет по развернутой индикаторной диаграмме.
12. Индикаторная мощность дизеля, индикаторный КПД и удельный индикаторный расход топлива (вывод формул).
13. Нагрузочные характеристики дизеля. Анализ изменения параметров рабочего процесса.
14. Винтовые характеристики дизеля. Анализ изменения параметров рабочего процесса.
15. Рабочий процесс дизеля при пуске и набросе нагрузки. Работа дизеля при разгоне и свободном торможении судна.
16. Регулировочная характеристика дизеля по углу опережения впрыскивания топлива.

5.3.3. ЭТАП III - Интеграция способностей

1. Вывод 2-го уравнения мощности и его анализ с точки зрения увеличения мощности дизеля.
2. Механические потери и механический КПД дизеля (вывод формул). Способы повышения механического КПД.
3. Эффективные показатели дизеля (вывод формул).
4. Вывод дифференциального уравнения теплоотдачи в цилиндре дизеля. Графический анализ (в TS - диаграмме) процесса сжатия при разных температурах стенки цилиндра и частотах вращения вала.

5. Классификация способов смесеобразования в зависимости от используемой энергии. Сравнение способов смесеобразования. Конструкции камер сгорания. Смесеобразование в двигателе Эльсбета.
6. Характеристика впрыскивания топлива и ее расчет. Механизмы распыливания топлива.
7. Оценка тонкости и однородности распыливания по распределению Розина - Раммлера. Упрощенная оценка тонкости и однородности распыливания средними показателями. Влияние различных факторов на качество распыливания. Структура топливной струи.
8. Период задержки воспламенения, его расчет и зависимость от различных параметров.
9. Кинетическое и диффузионное сгорание топлива. Зависимость продолжительности и скорости сгорания топлива от угла опережения впрыскивания и от цикловой подачи топлива. Формула Вибе.
10. Расчет индикаторной диаграммы на участке сгорания и расширения (вывод дифференциального уравнения).
11. Статическое регулирование судового 4-тактного дизеля. Описание, допустимые отклонения параметров.
12. Регулирование температуры газов за цилиндром и максимального давления сгорания. Описание, допустимые отклонения параметров.
13. Силы и моменты сил, действующих в кривошипно-шатунном механизме. Степень неравномерности вращения коленчатого вала дизеля (вывод формулы).
14. Уравновешивание дизелей. Понятие о крутильных колебаниях. Способы борьбы с крутильными колебаниями.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

5.4.1 Методика оценки экзамена

Экзамен по дисциплине содержит вопросы направленные на оценку знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенции. Экзаменационный билет содержит четыре вопроса, охватывающих основные понятия, изучаемые в дисциплине.

Экзамен проводится в письменном виде.

Оценка за экзамен выставляется в соответствии с приведенными ниже требованиями.

2 (неудовлетворительно) - выставляется обучающемуся, если хотя бы одно из заданий не выполнено или выполнено не в полном объеме и/или один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые

привели к значительному искажению итогового результата³ (удовлетворительно) – выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые повлекли незначительное искажение итогового результата.

4 (хорошо) – выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, не влияющие (или слабо влияющие) на итоговый результат.

5 (отлично) – выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме и без ошибок.

В случаях, если студент дает не полные и/или не развернутые ответы на вопросы билета или же ответы содержат ошибочные сведения и выводы, преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы, направленные на уточнение уровня знаний, умений и навыков студента в рамках освоения компетенций по данной дисциплине.

5.4.2 Методика оценки зачета

Зачет по дисциплине выставляется по итогам работы обучающегося в течение семестра, при условии выполнения требований рабочей программы дисциплины. При своевременном выполнении и защите, требуемых работ оценка «зачтено» выставляется без специального собеседования.

5.4.3 Методика оценки курсового проекта

Оценка «отлично» ставится обучаемому, который в срок, в полном объеме в соответствии с заданием выполнил курсовой проект. При защите и написании работы студент продемонстрировал навыки и умения, формируемые в результате освоения компетенции. Тема, заявленная в работе раскрыта полностью, все выводы студента подтверждены материалами исследования и расчетами. Отчет подготовлен в соответствии с предъявляемыми требованиями. В ходе защиты студент демонстрирует необходимый уровень сформированности всех предусмотренных этапов компетенций, дает четкие ответы на поставленные вопросы, свободно владеет понятийным аппаратом.

Оценка «хорошо» ставится обучаемому, который выполнил курсовую работу (проект), но с незначительными замечаниями (описки, грамматические ошибки и т.д.). Тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер, практические материалы обработаны не полностью. В ходе защиты демонстрирует сформированные на достаточном уровне знания, умения и навыки, указанных в рабочей

в работе, не полностью раскрыл заявленную тему, сделал поверхностные выводы программе этапов освоения компетенции, допускает не принципиальные неточности при ответах на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится обучаемому, который допустил просчеты и ошибки, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками. При защите демонстрирует не

до конца сформированные этапы компетенции и знания только основного материала, допускает ошибки принципиального характера при ответах на вопросы.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится обучаемому, который не выполнил курсовой проект, либо выполнил с грубыми нарушениями требований, не раскрыл заявленную тему, не выполнил практической части работы.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная учебная литература

1 Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания [Электронный ресурс] : учебник. Т.1 : Конструкция двигателей / Возницкий Игорь Витальевич ; И. В. Возницкий, А. С. Пунда. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : МОРКНИГА, 2010. - 260 с. - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее.

2. Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания [Электронный ресурс] : учебник. Т.2 : Теория и эксплуатация двигателей / Возницкий Игорь Витальевич ; И. В. Возницкий, А. С. Пунда. - 2-изд., перераб. и доп. - Москва : МОРКНИГА, 2010. - 382 с. - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее.

б) дополнительная учебная литература

3 Белоусов, Е.В. Топливные системы современных судовых дизелей [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Белоусов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93762>. — Загл. с экрана

7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

4 Калашников С.А. Устройство дизеля Wartsila L20 и его систем [Электронный ресурс] : пособие студентам судомех. спец. для самост. работы по дисц. "Судов. теплов. двигатели" и "Судов. глав. энергет. оборудование" / Калашников Станислав Александрович ; С. А. Калашников ; ФГОУ ВПО "НГавт", Каф. СДВС. - Новосибирск : НГавт, 2011. - Сетевой ресурс.

8 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

5 Циннер К. Наддув двигателей внутреннего сгорания / К. Циннер. - Ленинград : Машиностроение, 1978.

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

6 Сибирский государственный университет водного транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ssuwt.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- Пакет прикладных офисных программ, включающий в себя текстовый процессор, средства просмотра pdf-файлов и средства работы с графикой.
- Комплект презентаций.
- Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>.

11 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Учебно-наглядные пособия: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный.
Учебная аудитория для проведения практических занятий	Универсальные стенды для проведения практических работ, макеты дизелей с наддувом
Учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся (Учебно-лабораторный корпус № 1, ауд. 307)	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.